

DIALOG(R) File 351:Derwent WPI
(c) 2001 Derwent Info Ltd. All rts. reserv.

011638279 **Image available**
WPI Acc No: 1998-055187/199806
XRPX Acc No: N98-043691

Optical scanning apparatus for laser beam printers etc - has anamorphic lens by which optical beam is deflected from reflecting surface of scanner is focused to form beam spot on surface to be scanned

Patent Assignee: SEIKO EPSON CORP (SHIH)
Inventor: HAMA T; INOUE N; NOMURA Y; TAKADA K
Number of Countries: 019 Number of Patents: 009
Patent Family:

Patent No	Kind	Date	Applicat No	Kind	Date	Week	
EP 816894	A2	19980107	EP 97110853	A	19970701	199806	B
JP 10020230	A	19980123	JP 96190098	A	19960701	199814	
JP 10020234	A	19980123	JP 96190100	A	19960701	199814	
JP 10020235	A	19980123	JP 96190101	A	19960701	199814	
JP 10073781	A	19980317	JP 97145345	A	19970603	199821	
JP 10073782	A	19980317	JP 96190099	A	19960701	199821	
			JP 97158010	A	19960701		
JP 10206782	A	19980807	JP 9710724	A	19970123	199842	
JP 2982744	B2	19991129	JP 96190099	A	19960701	200002	
			JP 97158010	A	19960701		
JP 2000028954	A	20000128	JP 97158010	A	19960701	200017	N
			JP 99195573	A	19960701		

Priority Applications (No Type Date): JP 97145345 A 19970603; JP 96190098 A 19960701; JP 96190099 A 19960701; JP 96190100 A 19960701; JP 96190101 A 19960701; JP 9710724 A 19970123; JP 97158010 A 19960701; JP 99195573 A 19960701

Cited Patents: No-SR.Pub

Patent Details:

Patent No	Kind	Lang	Pg	Main IPC	Filing Notes
EP 816894	A2	E	63	G02B-026/10	
Designated States (Regional): AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC NL PT SE					
JP 2982744	B2		16	G02B-026/10	Div ex application JP 96190099 Previous Publ. patent JP 10073782
JP 2000028954	A		14	G02B-026/10	Div ex application JP 97158010
JP 10020230	A		14	G02B-026/10	
JP 10020234	A		15	G02B-026/10	
JP 10020235	A		13	G02B-026/10	
JP 10073781	A		15	G02B-026/10	
JP 10073782	A		16	G02B-026/10	Div ex application JP 96190099
JP 10206782	A		17	G02B-026/10	

Abstract (Basic): EP 816894 A

The apparatus includes a light source (1) for issuing an optical beam. A scanner (3) is used for deflecting the optical beam issued from the light source (1) that is incident on a reflecting surface of the scanner at an angle in the sub-scanning direction. A scanning optics includes an anamorphic lens (13), by which the optical beam is deflected from the reflecting surface of the scanner (3) is focused to form a beam spot on a surface (14) to be scanned. At either end of the scan range, the optical beam deflected by the reflecting surface of the scanner passes through the anamorphic lens (13) at a position spaced from its optical axis in the sub-scanning direction.

The anamorphic lens (13) has such a sectional profile in the sub-scanning direction that the lens thickness at one end of the sub-scanning direction differs from the thickness at the other end.

ADVANTAGE - Allows to compensate for curvature of rotation of deflected beam such as to prevent formation of disfigured beam spot. Prevents positional variations of scanning line due to shift of each facet of polygonal mirror with respect to rotation axis.

Dwg: 1/47

Title Terms: OPTICAL; SCAN; APPARATUS; LASER; BEAM; PRINT; ANAMORPHIC; LENS

; OPTICAL; BEAM; DEFLECT; REFLECT; SURFACE; SCAN; FOCUS; FORM; BEAM; SPOT
; SURFACE; SCAN

Derwent Class: P75; P81; P84; S06; T04

International Patent Class (Main): G02B-026/10

International Patent Class (Additional): B41J-002/44; G02B-013/00;
G02B-013/18; G03G-015/04

File Segment: EPI; EngPI

Manual Codes (EPI/S-X): T04-G04A1; T04-L05

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平10-20230

(43)公開日 平成10年(1998) 1月23日

(51)Int.Cl. ⁸	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
G 0 2 B 26/10	1 0 2		G 0 2 B 26/10	1 0 2
				D
B 4 1 J 2/44			G 0 3 G 15/04	1 1 1
G 0 3 G 15/04	1 1 1		B 4 1 J 3/00	D

審査請求 未請求 請求項の数 2 F D (全 14 頁)

(21)出願番号 特願平8-190098

(22)出願日 平成8年(1996)7月1日

(71)出願人 000002369

セイコーエプソン株式会社

東京都新宿区西新宿2丁目4番1号

(72)発明者 高田 球

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 井上 望

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 ▲はま▼ 高志

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(74)代理人 弁理士 西川 慶治 (外1名)

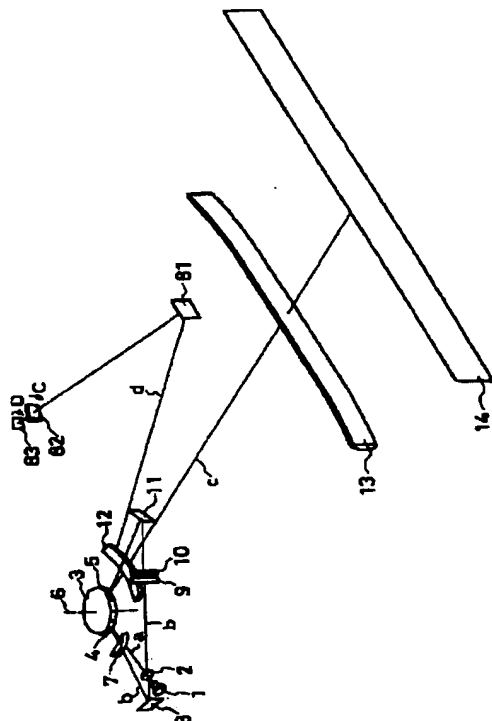
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 光走査装置

(57)【要約】

【課題】 二度偏向型の光走査装置において、一度目の偏向から二度目の偏向の間に光ビームが回転してしまい、ビームスポット形状が崩れるので、これを補正して良好な画像を形成することができる小型化した二度偏向型の光走査装置を提供する。

【解決手段】 光源1からの光ビームを少なくとも二面以上の反射面を有する走査器3の第1反射面4に入射させ、この第1反射面4より偏向された光ビームbを伝達光学系7、8、9、10、11により再度上記走査器3の第1反射面4とは異なる第2反射面5に入射させて偏向させ、偏向された光ビームcを被走査面14上にビームスポットを形成させて走査させる光走査装置において、上記走査器3の第1反射面4および第2反射面5に入射する光ビームa、bは、副走査方向においてそれぞれ角度を有して入射させ、上記角度が同一角度になるように構成した光走査装置である。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 光源からの光ビームを少なくとも二面以上の反射面を有する走査器の第1反射面に入射させ、この第1反射面より偏向された光ビームを伝達光学系により上記走査器の第1反射面とは異なる第2反射面に再度入射させて偏向した光ビームを被走査面上にビームスポットを形成させて走査する光走査装置において、上記走査器の第1反射面および第2反射面に入射する光ビームは、副走査方向においてそれぞれ角度を有して入射させ、上記角度が同一角度になるように構成したことを特徴とする光走査装置。

【請求項2】 上記走査器の第1反射面および第2反射面が平行であり、第1反射面から第2反射面に至る光路が上記走査器の回転軸を通過するように構成したことを特徴とする光走査装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】この発明はレーザビームプリンタ等に用いられる光走査装置に係り、特に偏向手段である走査器に光ビームを二度入射させて偏向を行い、光ビームの光路が干渉しないように構成した光走査装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】従来、レーザビームプリンタ等に用いられる光走査装置は、一般的に半導体レーザ等の光源から射出した光ビームを整形光学系を経て偏向手段である回転多面鏡などの走査器に入射させて1回だけ偏向させ、この偏向された光ビームを $f \cdot \theta$ レンズである結像レンズ系によって被走査面上にビームスポットを形成して走査するように構成されている。このような走査器による1回だけの偏向では、走査器の反射面上で主走査方向の光ビームの大きさが大きく、走査器が回転したときに光ビーム全体を反射面に入れようとすると反射面を大きく形成しなければならない。このため走査器が大きくなり、また、走査器の反射面数をあまり多く構成することができず、光走査装置を高速化できない要因となっていた。そこで、最近、回転多面鏡などの走査器の第1反射面で偏向した光ビームを伝達光学系を介して再度上記走査器の第2反射面に導き、二度目の偏向した光ビームの偏向角を増大させ、これを走査光学系により被走査面上を走査するように構成した光走査装置が、高速化することができるなどの点から種々提案がなされている。

【0003】例えば、特開昭53-97448号公報に記載された自己増幅偏向走査光学系では、走査器の第1反射面で偏向された光ビームをアフォーカルな伝達光学系を配し、該走査器の第1反射面とは異なる第2反射面に入射させ、該走査器の第2反射面に入射する光ビームを第1反射面からの光ビームと平行に入射させて偏向を行い、即ち、同一の走査器の異なる反射面で光ビームを二度偏向を行って光走査を行うものである。このとき、

走査器の回転または回転方向に対して光ビームが逆方向に移動するように伝達光学系を設けて構成されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】この二度偏向方式の光走査装置は、走査角度を大きくできる点、および走査器の倒れに起因する走査器の第1反射面で偏向された光ビームの傾き角を走査器の第2反射面で減少もしくは相殺させることができるという点で優れたものである。ところで、上記自己増幅偏向走査光学系は、一度目の偏向された光路と二度目の偏向された光路が同一平面上にあるため、光走査装置が大型化してしまう。また、走査器の第1反射面と第2反射面とを対向させる必要があり、伝達光学系の光路が長くなってしまふ。そのため、伝達光学系の光路を配置する自由度が小さくなってしまふ。その上、伝達光学系にアフォーカルな光学系を使用しなければならず、これには最低2枚のレンズが必要となり、構造が複雑で装置が大型化してしまひ、コスト的にも不利になってしまう不具合がある。

【0005】また、同一の走査器に光ビームを二度入射させて偏向を行う場合、光走査装置をコンパクトに構成するためには、一般的には一度目の偏向の光路と二度目の偏向を行う光路が重複しないように配置しなければならない。即ち、一度目の光ビームの光路と二度目の光ビームの光路が干渉しないように、走査器の回転軸に垂直な面に対して角度を有してそれぞれの光ビームを入射させ光路が干渉しないように構成するのである。このため、一度目の偏向の光路と二度目の偏向を行う光路とが走査器の回転軸方向に上、下方向に分離され、光走査装置を小型化することが可能となる。ところで、このように構成すると、一度目の偏向と二度目の偏向を行う第1反射面と第2反射面との間に設けられる伝達光学系の光路において光ビームに回転を生じてしてしまひ、これを走査光学系により被走査面上にビームスポットを形成して走査すると、ビームスポットの形状が崩れ、鮮明な画像を得ることが困難となる。

【0006】この発明はこのような点に鑑みてなされたもので、簡単な手段ながら良好な画像を形成することができる小型化した二度偏向型の光走査装置を提供することを目的とする。即ち、走査器の一度目の偏向を行う第1反射面と二度目の偏向を行う第2反射面に入射する光ビームを、光ビームが副走査方向においてそれぞれの反射面に角度を有して入射するようにしてそれぞれの光路が重複しないように構成するとともに、走査器の第1反射面と第2反射面に入射する光ビームの入射角が同じになるように構成した小型化した光走査装置である。また、走査器の第1反射面と第2反射面が平行になり、第1反射面から第2反射面に至る光路が走査器の回転軸を通過するように構成したものである。

【0007】

【課題を解決するための手段】この発明は、光源からの

光ビームを少なくとも二面以上の反射面を有する走査器の第1反射面に入射させ、この第1反射面より偏向された光ビームを伝達光学系により上記走査器の第1反射面とは異なる第2反射面に再度入射させて偏向した光ビームを被走査面上にビームスポットを形成させて走査する光走査装置において、上記走査器の第1反射面および第2反射面に入射する光ビームは、副走査方向においてそれぞれ角度を有して入射させ、上記角度が同一角度になるように構成した光走査装置である。また、上記走査器の第1反射面および第2反射面が平行であり、第1反射面から第2反射面に至る光路が上記走査器の回転軸を通過するように構成した光走査装置である。

【0008】従って、このように構成された光走査装置は、光ビームの走査器による一度目の偏向から二度目の偏向までの間に発生する光ビームの回転によって生じるビームスポットの崩れをきわめて良く補正することが可能となり、また、光走査装置を小型化することができ

る。

【0009】

【発明の実施の形態】以下、図面に基づいてこの発明の実施の形態を説明する。図1は一実施例の光走査装置の構成を示す斜視図である。以下、この発明では、走査器として回転多面鏡を用い、走査器の回転軸である回転多面鏡の回転軸に直交する方向を主走査方向とし、回転多面鏡の回転軸と平行な方向を副走査方向と定義する。また、光源1から回転多面鏡の一度目の偏向を行う第1反射面との間に設ける光学系を整形光学系と呼び、回転多面鏡の一度目の偏向を行う第1反射面と二度目の偏向を行う第2反射面との間に設けられる光学系を伝達光学系、第2反射面と被走査面との間に設けられる光学系を走査光学系と呼ぶことにし、同一の走査器に光ビームを二度入射させて偏向を行うことを二度偏向と定義する。

【0010】図1において、光源としての半導体レーザー1から射出した光ビームaは第1整形レンズ2を透過して整形され、走査器としての回転多面鏡3の第1反射面4に副走査方向において下方から角度を有して入射し一度目の偏向がなされる。この第1反射面4から副走査方向において上方に角度を有して反射された光ビームbは第1伝達レンズ7を透過して第1伝達ミラー8で反射され、第2伝達レンズ9および第3伝達レンズ10を透過して第2伝達ミラー11で反射され、再び回転多面鏡3の第2反射面5に副走査方向において上方から角度を有して入射し二度目の偏向がなされる。この第2反射面5から副走査方向において下方に角度を有して偏向された光ビームcは第1走査レンズ12およびプラスチック製の第2走査レンズ13により被走査面14にビームスポットとして結像されて走査するように構成される。なお、光ビームdは水平同期信号用のもので、光ビームcの走査端において分離され、水平同期ミラー81、水平同期レンズ82を介して水平同期センサー83に導入す

るように形成されている。

【0011】上記整形レンズ2と第1伝達レンズ7は、光軸の回りに回転対称な非球面レンズであり、第2伝達レンズ9は副走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルレンズで、第3伝達レンズ10は主走査方向にのみパワーを有するシリンドリカルレンズである。また、第1走査レンズ12は球面レンズである。そして、第2走査レンズ13はプラスチック製レンズであり、その入射面は主走査方向で曲率半径の大きな凹形状となっており、副走査方向は曲率半径の小さな凸形状となっている。また、主走査方向の断面曲線を入射面よりも被走査面14側にある主走査方向に平行な軸の回りに回転させることにより形成される面である。このような面は通常鞍型トーリック面と呼ばれる。また、射出面は主走査方向で曲率半径の大きな凸形状の非円弧（主走査方向のみ非球面なので、非円弧と呼ぶ。）である。副走査方向の断面は直線である。このような面は非円弧シリンドリカル面あるいは非円柱面とも呼ばれることがある。

【0012】走査器である回転多面鏡3の第1反射面4および第2反射面5に入射する光ビームaおよび光ビームbは、主走査方向で第1反射面4および第2反射面5にそれぞれ垂直に入射するように構成されている。従来の回転多面鏡の反射面で一度だけ偏向を行う光走査装置では、回転多面鏡の反射面上で主走査方向の入射する光ビームの大きさは、この発明の目的とする二度偏向の光走査装置の場合に比べて大きく、必要な走査角を得るための角度だけ回転多面鏡が回転したときに、常に光ビーム全体を同一反射面に入れようとすると、反射面の大きさはある程度以上の大きさが必要であり、回転多面鏡の反射面の面数をあまり多く形成することができないことになる。これに対し、本発明の二度偏向方式の光走査装置では、一度目の偏向を行う第1反射面4の付近に主、副走査両方向で光ビームを結像させ、第1反射面4での光ビームaの大きさが一度偏向の光走査装置に比べて極めて小さいため、回転多面鏡3の第1反射面4の主走査方向の大きさが小さくても、必要な走査角を得るための角度だけ回転多面鏡3が回転したときに常に光ビーム全体を第1反射面に入れることができる。従って、回転多面鏡3の反射面が小さくて済むことになる。また、二度目の偏向では、回転多面鏡3の第2反射面5へ入射する光ビームbの主走査方向の大きさは大きいものの、回転多面鏡3が回転したときの光ビームbの移動と第2反射面の移動が一致する。このことを面追従という。このため、第2反射面5の主走査方向の大きさは入射する光ビームbの大きさと同じだけあればよく、やはり第2反射面5も小さくて済むことになる。従って、一度偏向方式の光走査装置に比べて回転多面鏡3の反射面の大きさを小さくすることが可能なため、反射面数を多く形成できることになり、それだけ走査速度を上げることができ

【0013】また、回転多面鏡3の第1反射面4および第2反射面5に入射する光ビームaおよび光ビームbと、これらの第1反射面4および第2反射面5から偏向された光ビームbおよび光ビームcをそれぞれ立体的に分離させるため、光ビームaおよび光ビームbはそれぞれ副走査方向においてある角度をもって回転多面鏡3の第1反射面4および第2反射面5に入射させるようにしている。これにより、整形光学系（第1整形レンズ2）と伝達光学系（第1伝達レンズ7、第2伝達レンズ9および第3伝達レンズ10）が、また、伝達光学系と走査光学系（第1走査レンズ12および第2走査レンズ13）が回転多面鏡3の回転軸6方向においてそれぞれ

上、下方向に離隔して配置することができ、それぞれの光ビームa、b、cは相互に干渉することがなく分離することができ、光学系の配置を自由に選択することが可能となる。

【0014】次に、このように構成された光走査装置の具体的な数値例を表1に示す。この表では、アナモフィック面は副走査方向、主走査方向の曲率半径をそれぞれ r_{ix} 、 r_{iy} としている。また、非球面である面については、曲率半径は光軸上の値を示している。

【表1】

Si	ni	di	ni	要素
S1		7.282450		半導体レーザ発光点
S2	∞	2.5	1.681456	整形レンズ入射面
S3	-5.21530	49.132686		整形レンズ射出面
S4	∞	18		第1反射面
S5	∞	5	1.794651	第1伝達レンズ入射面
S6	-15.21883	58.010156		第1伝達レンズ射出面
S7	∞	88.630503		第1伝達ミラー
S8	r_{8x} 37.25700	3	1.513901	第2伝達レンズ入射面
	r_{8y} ∞			
S9	∞	3		第2伝達レンズ射出面
S10	∞	3	1.513901	第3伝達レンズ入射面
S11	r_{11x} ∞	40.349185		第3伝達レンズ射出面
	r_{11y} -89.17001			
S12	∞	81.010156		第2伝達ミラー
S13	∞	23.174939		第2反射面
S14	-72.17772	9	1.513901	第1走査レンズ入射面
S15	-53.03585	248.825061		第1走査レンズ射出面
S16	r_{16x} 37.04770	4	1.488993	第2走査レンズ入射面
	r_{16y} -1148.78167			
S17	r_{17x} ∞	100		第2走査レンズ射出面
	r_{17y} -4146.00073			

【0015】第1整形レンズ2および第1伝達レンズ7の非球面の数式は次の数1に示すとおりであり、その非球面係数を次の表2に示す。

【数1】

$$z_i = \frac{y^2/r_{iy}}{1 + \sqrt{1 - (K_i + 1)(y/r_{iy})^2}} + A_i y^4 + B_i y^6 + C_i y^8 + D_i y^{10}$$

【表2】

	非球面係数		
	S3	S6	S17y
R	-5.21530	-15.33242	-5919.02020
K	-0.964391	-1.000727	230.352136
A	-2.53025e-4	-1.43226e-5	-1.68981e-8
B	-7.68010e-7	0	0
C	7.02682e-9	0	0
D	1.45140e-10	0	0

※【0016】上記表1に示す実施例では、1走査の走査開始から走査終了までの回転多面鏡3の回転角は $2\omega = 24^\circ$ である。また、回転多面鏡3への光ビームaの第1反射面4での副走査方向の入射角 α と光ビームbの第2反射面5での副走査方向の入射角 β はともに 6° であり、回転多面鏡3の面数は12面、回転多面鏡3の内接円半径は17mm、第1反射面4と第2反射面5のなす角度は 90° 、光源1の光ビームであるレーザー光の波長は670nmである。

【0017】この実施例において、光ビームaは、副走査方向では回転多面鏡3の第1反射面4の近傍と、回転多面鏡3の第2反射面5の近傍においてそれぞれ結像するように構成している。言い換えれば、伝達光学系（第1伝達レンズ7、第2伝達レンズ9および第3伝達レンズ10）により第1反射面4と第2反射面5が幾何光学的にほぼ共役関係にあり、また、走査光学系（第1走査レンズ12および第2走査レンズ13）により第2反射

面5と被走査面14がほぼ共役関係にあるように構成される。従って、回転多面鏡3の第1反射面4および第2反射面5の面倒れが良く補正され、しかも副走査方向の走査位置が一定となる。以下、この点を図面を参照してさらに詳細に説明する。

【0018】図2(a)～(e)は、回転多面鏡3の第1反射面4と第2反射面5との間の副走査方向における展開図である。本実施例の場合は、回転多面鏡3の第1反射面4の近傍の結像点Pは、図2(a)に示すように厳密には第1反射面4から僅かにずれており、第1反射面4と第1伝達レンズ7aとの間に存在する。ここでは光源1からの光ビームaの主走査方向、副走査方向ともにこの結像点Pに結像させるように構成されている。

【0019】回転多面鏡3の第1反射面4からの結像点Pのずれの量1が大きすぎると、第1反射面4の面倒れによる被走査面14上の走査線のずれが大きくなり問題となる。逆に、このずれの量1が小さいと、第1反射面4上での光ビームaの大きさが小さすぎて回転多面鏡3の第1反射面4に存在する傷、埃の影響を受けて光ビームaが散乱され、被走査面14上に小さなビームスポットを形成することができない。従って、この結像点Pのずれの量1は適正な値が存在する。この例では、このずれの量1を11mmとしている。これは回転多面鏡3の第1反射面4から第2反射面5までの伝達光学系の光路長300mmに比べれば十分に小さい値であるため、面倒れの補正の効果は十分に得られる。

【0020】次に、具体的な計算例を示す。即ち、整形光学系による結像点Pの回転多面鏡3の第1反射面4からのずれの量1=11mm、伝達光学系の副走査方向の光学倍率 $\beta_d=1.57$ 、走査光学系の副走査方向の光学倍率 $\beta_s=0.418$ である。これは、回転多面鏡3の第1反射面4の面倒れ $\theta=3e-4$ [rad] (0.0172°) とすると、被走査面14上での走査線のずれ $\delta=2 \cdot 1 \cdot \theta \cdot \beta_d \cdot \beta_s=0.00433$ [mm] であり、この程度なら問題ない。また、本実施例での第1反射面4に入射する光ビームaの直径は、主走査方向で0.84mm、副走査方向で0.13mmである。従って、第1反射面4での光ビームaの大きさが十分に大きく、第1反射面4による傷や埃の影響を受けることがない。一般に、主走査方向、副走査方向の少なくとも一方の光ビームの直径が0.5mm程度あれば回転多面鏡3の反射面での傷や埃の影響を受けることがない。

【0021】この実施例では、第2反射面5の近傍の結像点Qは、丁度第2反射面5上に位置させている。ただし、これは第2反射面5からずれていても有効である。このことについてさらに詳しく説明する。図2(a)の伝達光学系7aは仮の存在であるが、第1反射面4と第2反射面5が共役となる屈折力を有している。第1反射面4から1だけずれた位置Pに結像する光ビームaが、

光ビームbとして仮の伝達光学系7aにより第2反射面5の近傍に再び結像する位置をQとする。実際の第2反射面5近傍の結像点は第2反射面5と再び結像する位置Qを含め、これらの間に存在することが望ましい。

【0022】まず、第2反射面5近傍の光ビームbの結像点Qが、上記の範囲の両端にある場合について説明する。図2(b)、(c)は、伝達光学系7bにより第1反射面4と第2反射面5とが完全に共役で、伝達光学系7bによる結像点がQに一致し、これに続く走査光学系12aによる第2反射面5と被走査面14との関係は若干共役からずれており、光ビームcが被走査面14に結像する場合である。この場合は、図2(c)に示すように第1反射面4の面倒れ4'は完全に補正され、第2反射面5の面倒れ5'によるずれが被走査面14に Δ として生じる。図2(d)、(e)は、伝達光学系7cによる第1反射面4と第2反射面5との関係は若干共役からずれて構成されている場合で、伝達光学系7cによる結像点が第2反射面5に一致し、走査光学系12bにより第2反射面5と被走査面14とが完全に共役で、光ビームbが光ビームcとして被走査面14上に結像する場合である。この場合は、図2(e)に示すように、逆に第2反射面5の面倒れ5'は完全に補正され、第1反射面4による面倒れ4'が被走査面14上にずれ Δ' として生じる。なお、主光線を破線で示している。従って、第2反射面5近傍の結像点が第2反射面5と結像点Qとの間にあれば第1反射面4と第2反射面5の面倒れ4', 5'が逆方向の場合、面倒れ4', 5'によるずれが打ち消されて被走査面14上の走査線の位置ずれが小さくなる。例え同方向であっても、このずれ量は図2(c)、(e)に示す場合と同じか良くなるわけで、少なくとも悪くなることはない。

【0023】次に、伝達光学系の構成について説明する。光ビームの主走査方向において、伝達光学系に必要な機能は、第1反射面4近傍のP点に結像する光ビームaを、平行ビームにして第2反射面5に導くこと、回転多面鏡3の回転に伴って第2反射面5上を移動する光ビームbの移動が第2反射面5の移動に追従することの二つである。

【0024】図3は、伝達光学系の一例を示す主走査方向の断面展開図で、この発明の実施例を示す図ではないが、光ビームの主走査方向の機能からすれば、この図に示すように近軸的には伝達光学系のレンズ枚数はレンズ201の1枚だけあればよい。しかし、1枚のレンズ201で伝達光学系を構成すると、レンズ201の口径が大きくなりすぎ実用的ではない。そのため、図4の主走査方向の断面展開図に示すように、2枚のレンズ202, 203で伝達光学系を構成すればレンズ口径を小さくすることができて実用的である。従って、伝達光学系に主走査方向の機能を持たせるためには、主走査方向に屈折力を有するレンズを2枚以上で構成することが望ま

しいことになる。一方、副走査方向において伝達光学系に必要な機能は、第1反射面4近傍の結像点Qに結像する光ビームaを光ビームbとして第2反射面5の近傍に結像させることのみである。図5に伝達光学系の副走査方向の断面展開図を示す。副走査方向の機能からすれば、伝達光学系のレンズ枚数はレンズ204の1枚あればよい。以上のことから、伝達光学系に主走査方向の機能と副走査方向の機能を両方持たせるためには、3枚のレンズで構成することがよいことになる。また、この伝達光学系は、副走査方向に屈折力を有するレンズと、主走査方向に屈折力を有するレンズを組み合わせることで1枚にすれば、伝達光学系のレンズ枚数を2枚にすることも可能である。この実施例では以上のことから第1伝達レンズ7、第2伝達レンズ9および第3伝達レンズ10の3枚のレンズで伝達光学系を構成している。

【0025】次に、図6を参照して光ビームの光軸との交差について説明する。図6は実施例の伝達光学系の主走査方向の断面展開図であり、第1伝達ミラー8および第2伝達ミラー11について展開した断面図である(図1参照)。即ち、回転多面鏡3は走査の期間、図示の位置を中心にして角度 θ_1 だけ回転する。従って、回転多面鏡3の第1反射面4では角度 θ_1 の2倍の $2\theta_1$ だけ光ビームaは偏向される。偏向された光ビームbは伝達光学系である第1伝達レンズ7、第2伝達レンズ9および第3伝達レンズ10を通過して、角度 θ_2 だけ偏向される。この光ビームbは点Rで光軸Oと交差する。そして、交差した後に回転多面鏡3の第2反射面5に入射する位置において、偏向された光ビームbと光軸Oとの距離は回転多面鏡3が角度 θ_1 だけ回転したときの反射面の移動量 δ に等しくなる。

【0026】このとき、偏向された光ビームbは回転多面鏡3の第2反射面5に対して角度 θ_2 だけ入射角度が増大する側に偏向されるので、第2反射面5で反射された光ビームcは $2 \cdot \theta_1 + \theta_2$ だけ偏向されることになる。即ち、通常の一度きり回転多面鏡に入射させて偏向する方式の光走査装置に比べて光ビームの偏向角度を θ_2 だけ増大させることができる。従って、伝達光学系で走査領域の走査端を走査する光ビームbが光軸Oと交差すると、第2反射面5で偏向した光ビームcの偏向角を $2 \cdot \theta_1 + \theta_2$ だけ増大させることができる。

【0027】次に、図7および図8に基づいて伝達光学系のミラー枚数と光ビームの光軸との交差回数の関係を説明する。伝達光学系のミラー枚数から、走査端の光ビームが光軸と交差する回数を引いた数が奇数である。即ち、図7(a)に示す場合は、ミラー枚数、交差回数に関して本実施例と同じ構成である。伝達光学系に使用されるミラー枚数は第1伝達ミラー8と第2伝達ミラー11の2枚である。図8(a)にその展開図を示すように、この場合には光軸Oとの交差回数は破線の主光線で示されるように1回である。また、図7(b)で示す例

では、ミラー枚数は第1伝達ミラー8、第2伝達ミラー11および第3伝達ミラー15の3枚である。図8(b)に示すその展開図から分かるように、この場合の光軸Oとの交差回数は2回である。従って、図7(a)に示す本実施例においては、二度目の偏向で回転多面鏡3が回転したときの第2反射面5上での光ビームbの移動方向 δ と、第2反射面5の移動方向が同じ方向になり、第2反射面5に入射する光ビームbを第2反射面5に確実に面追従させることができる。

【0028】次に、図9から図15に基づいてこの発明の特徴である伝達光学系で発生する光ビームの回転の補正について詳しく説明する。整形光学系を介して光源1からの光ビームaが副走査方向に角度を持って下方から回転多面鏡3の第1反射面4に入射され、一度目の偏向が行われる。この一度目の偏向から光ビームbとして二度目の偏向の間の光路が副走査方向に角度を持っているため、第2反射面5上の光ビームbの座標系が回転してしまう。即ち、主走査方向をy、副走査方向をx、光軸方向をzとする座標系を有する光ビームaが、副走査方向に角度をもって第1反射面4で反射され、さらに、第1伝達ミラー8で反射されると、図9に示されるように反射後の光ビームbの座標系が回転してしまう。この光ビームbはさらに第2伝達ミラー11で反射され、回転多面鏡3の第2反射面5に入射されるときには、図10に示されるように光ビームbの座標系が回転してしまう。即ち、光ビームbのy方向と主走査方向や、光ビームbのx方向と副走査方向が所定の角度 θ だけずれてしまうことになる。

【0029】このように、光ビームbが回転多面鏡5で二度目の偏向が行われ光ビームcとなるとときには、図11に示されるように偏向された光ビームcの座標系は常に角度 θ 傾いている。角度 θ 傾いた光ビームcは、アナモルフィックな走査光学系で被走査面14上に結像させても一点に結像されず、ビームスポットの形状が崩れてしまう。このような場合、図12に示すように副走査方向に屈折力を有するシリンドリカルレンズ211を光ビームcの傾き θ に沿ように傾けて配置すれば、被走査面14上に結像する光ビームcの結像特性は良好となるが、シリンドリカルレンズ211の副走査方向の有効径を大きくする必要がある。また、被走査面14上での走査線がシリンドリカルレンズ211の傾きに依りて傾いてしまうという問題点を有する。

【0030】図13は伝達光学系の光路を主走査方向に投影した図である。回転多面鏡3の第1反射面4による一度目の偏向後の光軸O₁と回転多面鏡3の第2反射面5による二度目の偏向前の光軸O₂とのなす角度を γ とする。第1反射面4および第2反射面5への光ビームaおよび光ビームbの副走査方向の入射角をそれぞれ α 、 β とする。図14に光ビームbの回転角度を計算した結果を示す。回転角度 θ は反時計回りが正である。ただ

し、次の条件に基づく。

① 回転多面鏡3の大きさに対して、第1反射面4から第2反射面5までの光路長が十分に大きい。

② 1度目の偏向後の光軸 O_1 と2度目の偏向前の光軸 O_2 の2等分線に関して、第1反射面4から第2反射面5までの光路が対称である。図14に示されるように、副走査方向における第1反射面4および第2反射面5への入射角 α および入射角 β が同じ場合と、 γ が 180° の場合に回転角度 θ がゼロになる。なお、上記条件①、②とは異なり、光路長に対して回転多面鏡3の大きさが無視できない場合には、第1反射面4および第2反射面5への入射角 α および入射角 β が異なれば、回転角度 θ の値は回転多面鏡3の大きさに若干依存する。また、光路が対称でない場合にも、入射角 α と入射角 β が異なれば回転角度 θ の値は若干変動する。ただし、入射角 α =入射角 β であれば、常に回転角度 $\theta=0$ となる。

【0031】本実施例において、第1反射面4および第2反射面5への光ビームaの入射角 α および光ビームbの入射角 β のみを変更し、仮に光ビームaの第1反射面4への入射角 $\alpha=3^\circ$ 、光ビームbの第2反射面5への入射角 $\beta=6^\circ$ とすると、走査端の光ビームcによるビームスポット形状は、図15に示すように崩れた形状となる。この図はビームスポットの等強度線図である。なお、ビームスポットの形状の崩れはビームスポットの大きさに依存し、より小さいビームスポットを形成しようとすると形状の崩れはますます悪くなってしまふ。

【0032】そこで、入射角 α =入射角 β とすれば、図14に示されるように回転角度 $\theta=0$ となり、ビームスポットの形状が良好となる。本実施例では入射角 α =入射角 $\beta=6^\circ$ であり、走査端の光ビーム c_1 、 c_2 によるビームスポット形状は図16に示すようになり良好である。また、 $\gamma=180^\circ$ であっても回転角度 $\theta=0$ となるので、この場合にもビームスポット形状は良好となる。

【0033】次に、 $\gamma=180^\circ$ 、即ち、第1反射面4と第2反射面5が平行な場合について説明する。図13において、光軸 O_1 と光軸 O_2 のなす角度が γ であるが、この角度は第1反射面4と第2反射面5とのなす角度に等しい。本実施例の場合、 $\gamma=90^\circ$ であるが、本実施例とは別に、第1反射面4と第2反射面5が平行である場合には、 $\gamma=180^\circ$ となり、図14のグラフから光ビームの回転角度 $\theta=0$ となる。この場合の光路図を図25に示す。即ち、回転多面鏡3の第1反射面4で上方に偏向された光ビームbは第1伝達ミラー8で反射され、回転多面鏡3の直上を通過し回転軸6と交差し、第2伝達ミラー11で反射されて回転多面鏡3の第2反射面5に上方から入射し、ここで下方に偏向されて光ビームcとなる。

【0034】次に、偏向で発生する光ビームの回転補正について図17から図22に基づいて説明する。副走査

方向において角度を有して走査器の反射面に入射させるタイプの光走査装置では、図17(a)に示すように主走査方向y、副走査方向x、光軸方向zの座標系を有する光ビームbが副走査方向に角度をもって回転多面鏡3の第2反射面5に入射すると、ここで偏向された光ビームcは湾曲し、光ビームcの座標系が回転してしまう。このとき、走査中心の光ビーム c_0 は回転しないが、走査端のビーム c_1 、 c_2 は図17(b)に示すように両走査端で互いに異なる方向に回転される。この走査端の傾いた光ビーム c_1 、 c_2 は、アナモルフィックな走査光学系で被走査面14上に結像しても一点に結像されず、ビームスポット形状が崩れてしまい、被走査面14上での走査線が良好な結像とはならない。

【0035】本実施例においては、第2走査レンズ13を偏心させて配置しているが、例えば、第2走査レンズ13の偏心量をゼロに変更して配置し偏心していない状態にすると、走査端の光ビーム c_1 、 c_2 によるビームスポット形状は図18に示すような崩れた形状となる。なお、上述したと同様に、ビームスポットの形状の崩れは光ビームの大きさに依存し、より小さいビームスポットを形成しようとすると、形状の崩れはますます悪くなる。なお、本実施例においては整形光学系の第1整形レンズ2は光軸回りに回転対称なレンズなので、回転多面鏡3の第1反射面4に入射する光ビームaの結像は、主走査方向、副走査方向とで区別がない。従って、第1反射面4により偏向された光ビームbの回転は問題とならない。

【0036】上述したとおり本実施例においては、第2走査レンズ13を副走査方向に偏心させて配置して補正している。ここで、第2走査レンズ13の入射面は副走査方向において凸であり、主走査方向の曲率半径は極めて大きいのでシリンドリカル面とみなして、図20に図示する。図20に示すように走査端を走査する光ビームcは、第2走査レンズ13の光軸に対して斜めに入射する。そして、第2走査レンズ13が偏心して配置されているため、光ビームcは副走査方向においても斜めに入射することになる。

【0037】第2走査レンズ13に入射する光ビームcの主光線に垂直なあらゆる方向のうち、入射面により最も強い屈折力を受ける方向は入射面の周方向Lでなく、周方向Lに対して角度 ϕ を持った方向Mである。図20に示す場合には、周方向Lに対する方向Mの回転方向は光ビームcの進行方向に向かって見て時計回りである。第2走査レンズ13の副走査方向への偏心方向が逆の場合、あるいは主走査方向の入射位置が光軸Oに関し反対側の場合、あるいは入射面が副走査方向において凹である場合には、周方向Lに対する回転方向Mの方向は図20とは逆の反時計回りとなる。

【0038】周方向Lに対する角度 ϕ の大きさは、副走査方向の偏心量、主走査方向の入射角、入射面の曲率半

10

20

30

40

50

径に依存する。それぞれの偏向角において、図17 (b) に示した偏向された光ビームcの回転方向と図20に示した周方向Lに対する方向Mの回転方向が一致すれば、ビームスポット形状が良好となる。従って、図19に矢印Bで示される方向に第2走査レンズ13を偏心して配置すれば良い。本実施例の第2走査レンズ13は副走査方向において、伝達光学系の存在する側に向かって2.67mm偏心させて配置している。この第2走査レンズ13は入射面が屈折力を有するが、射出面が凸の正の屈折力を有するレンズであっても、同様の方向に偏心させれば同様の効果が得られる。さらに、副走査方向において負の屈折力を有するレンズであれば、逆方向の偏心させれば同様の効果が得られる。なお、走査中心の光ビームc₀は偏向による座標系の回転が生じていないため、元々ビームスポット形状が崩れるという問題を生ぜず、第2走査レンズ13が偏心しても周方向Lと方向が一致するため、ビームスポット形状に影響を及ぼさない。従って、ビームスポット形状はやはり良好である。また、偏心により若干の球面収差が生じるが、これは実質的に問題とならない。

【0039】本実施例では、上記のように第2走査レンズ13が偏心して配置しているため、走査端の光ビームc₁、c₂によるビームスポット形状は図16に示すように良好である。また、この補正は第2走査レンズ13が主走査方向に平行な軸を中心にして傾いているように配置して構成してもよい。即ち、図21に示すように第2走査レンズ13aを主走査方向に平行な軸の回りに傾けて配置すれば、副走査方向に偏心させた場合と同様に副走査方向においても斜めに光ビームcが入射するため同様の効果が得られる。さらに、別の解決手段として第2走査レンズ13が副走査方向に湾曲したものを形成し配置してもよい。即ち、図22に示すように第2走査レンズ13bを副走査方向に湾曲させ、湾曲した中心線Nに光ビームcをこの湾曲に沿うように入射するように配置すれば、それぞれの偏向角における回転した光ビームcの座標系とレンズの局所的な位置での主軸方向と副軸方向の座標系とが一致し、ビームスポットの形状が良好なものとなる。

【0040】次に、走査線の湾曲補正について説明する。図26に示すように回転多面鏡3の第2反射面5に副走査方向に角度を有して光ビームbが入射すると、反射されて偏向した光ビームcは湾曲し、走査中心では実線のような光ビームc₀となるが、走査端では破線のような光ビームc₁、c₂となる。ところが、副走査方向において、回転多面鏡3の第2反射面5と被走査面14が幾何光学的に共役関係にあると、走査中心の光ビームc₀も走査端の光ビームc₁、c₂も被走査面14上では副走査方向において同じ位置に到達し、被走査面14上での走査線は直線となる。

【0041】また、この実施例では、第1伝達レンズ7

および第1走査レンズ12に主走査方向の長さに対して副走査方向の長さが短い形状のレンズを使用している。これらのレンズは、副走査方向の長さが極めて短く、光ビームが透過するために必要な最小限の長さとなっている。従って、回転多面鏡3へ入射する光ビームaは第1伝達レンズ7に干渉せず、光ビームbも第1走査レンズ12に干渉しない。また、光ビームとレンズが干渉しないため、回転多面鏡3への光ビームaおよび光ビームbの副走査方向の入射角を小さくすることができ、それぞれの反射面で偏向された光ビームbおよび光ビームcの湾曲が小さくなり、第2伝達レンズ9、第3伝達レンズ10、第2走査レンズ13の副走査方向の口径を小さくすることが可能である。さらに、本実施例では、第1伝達レンズ7および第1走査レンズ12の入射面の副走査方向の口径が、それぞれの反射面の位置における回転多面鏡3へ入射する光ビームaおよび光ビームbと偏向された光ビームbおよび光ビームcとの距離が一致する。図23において、実線は、ずれのない走査中心の光ビームb₀、c₀であり、破線で示された副走査方向のずれが最大となる走査端の光ビームb₁、c₁とb₂、c₂について、レンズ口径がこれより大きいと入射光ビームbおよび光ビームcがレンズと干渉してしまう。逆にレンズ口径がこれより小さいと反射光ビームbおよび光ビームcがレンズ外側を通過してしまう。従って、上記構成にすると、光ビームbおよび光ビームcの副走査方向へのずれの許容値が最大になる。

【0042】次に、図24に基づいて走査領域のシフトについて説明する。従来の光走査装置においては、走査光学系の光軸に関して走査開始位置と走査終了位置が対称であり、水平同期信号検出位置はその外側に設けられる。このような構成であると、走査レンズ系の利用領域を水平同期信号検出側にのみ大きくとる必要があるが、製造上では一般的にレンズは光軸に関して対称であることが望ましいため、このような場合にはレンズの口径を大きく形成しなければならなかった。特に走査レンズのような正レンズでは、口径が大きくなるとレンズ外周の厚みを確保するために光軸方向のレンズの厚さもそれだけ大きくしなければならない。本発明では、水平同期信号検出位置と走査終了位置が走査光学系の光軸に関して対称であるように配置している。従って、第1走査レンズ12の主走査方向の口径を小さくすることができる。

【0043】次に、水平同期レンズを傾けることについて説明する。上述した偏向で発生する光ビームの回転補正で説明したとおり、副走査方向に角度を有して入射させる光走査装置においては、主走査方向y、副走査方向x、光軸方向zの座標系を有する光ビームbが副走査方向に角度をもって回転多面鏡3の第2反射面5に入射し、偏向された光ビームcは湾曲して偏向され、そのため光ビームcの座標系が回転してしまう(図17参照)。回転多面鏡3の第2反射面5の偏向により光ビーム

ムdが回転すると、水平同期信号光ビームdによるビームスポットが一点に結像されず、そのビームスポット形状が崩れ、検出精度が悪くなる。このため、この実施例では図1に示されるように水平同期レンズ82がビーム進行方向に向かって見て、光軸を回転軸として矢印Cで示すように時計回りに2.4°傾けて配置している。従って、回転した光ビームdの座標系と水平同期レンズ82の母線方向、周方向の座標系とが一致し、ビームスポットの形状が良好となって水平同期センサー83に導入され、検出精度が向上したものとなる。

【0044】次に、水平同期センサー83を傾けることについて説明する。この実施例では、上記水平同期レンズ82を傾けると同時に、水平同期センサー83も水平同期レンズ82と同じ角度2.4°だけ矢印D方向に傾けて配置している。従って、水平同期レンズ82が傾いている場合、水平同期センサー83上をビームスポットが走査する方向も同じ角度だけ傾くことになる。そこで、水平同期センサー83上を水平同期信号光ビームdが垂直に走査するため、さらに、検出感度が向上したものとなる。

【0045】上記の実施例では、走査器として回転多面鏡を使用するものについて説明したが、これは回転多面鏡に限らず少なくとも2面以上の反射面を有すればよく、回転多面鏡の他に回転2面鏡、回転軸を中心に正弦振動を行なうガルバノミラーの表裏両面を使用する光走査装置であってもよい。また、レーザープリンタに用いられると特に有効であるが、その他デジタル複写機、ファクシミリ、レーザー走査ディスプレイなどの画像形成装置や、スキャナなどの画像入力装置、あるいは光学マーク読取用レーザー装置、表面検査用レーザー走査装置などにも適用することができることは勿論である。

【0046】

【発明の効果】以上説明したとおり、この発明の光走査装置によれば、走査器の第1反射面および第2反射面に入射する光ビームの副走査方向の入射角を同一角度になるように構成すること、あるいは走査器の第1反射面と第2反射面が平行であるように構成することで、光ビームの回転によるビームスポットの形状の崩れを防止することが可能となり、しかも二度偏向させる整形光学系、伝達光学系および走査光学系の配置が比較的に自由であり、小形化することが可能であり、走査速度の速くしかも画像の良好な小型の光走査装置を提供することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】一実施例の光走査装置の構成を示す斜視図、

【図2】(a)、(b)、(c)、(d)、(e)は、副走査方向の面倒れと走査位置が一定となることを説明するための展開図、

【図3】伝達光学系の主走査方向の展開図、

【図4】伝達光学系の副走査方向の展開図、

【図5】伝達光学系の副走査方向の展開図、

【図6】光ビームの交差を説明するための伝達光学系の主走査方向の展開図、

【図7】(a)、(b)は、伝達光学系のミラー枚数と光ビームの交差を説明するための平面図、

【図8】(a)、(b)は、図7の伝達光学系の主走査方向の展開図、

【図9】伝達光学系で発生する光ビームの回転を説明するための側面図、

10 【図10】光ビームの回転を説明するための回転多面鏡の側面図、

【図11】光ビームの回転を説明するための回転多面鏡の側面図、

【図12】走査光学系の偏心を説明するためのシリンドリカルレンズの正面図、

【図13】伝達光学系の光路を主走査方向に投影した光路図、

【図14】回転角度と第1反射面と第2反射面の光軸のなす角との関係を示すグラフ、

20 【図15】ビームスポットの等強度線図、

【図16】ビームスポットの等強度線図、

【図17】(a)、(b)は、第2反射面での光ビームの回転を説明するための斜視図、および座標系を示す説明図、

【図18】ビームスポットの等強度線図、

【図19】走査レンズの偏心を説明するための第2走査レンズの正面図、

【図20】走査レンズの偏心を説明するための第2走査レンズの一部の斜視図、

30 【図21】走査レンズの偏心を説明するための第2走査レンズの側面図、

【図22】走査レンズの偏心を説明するための第2走査レンズの正面図、

【図23】走査線の湾曲補正を説明するための説明図、

【図24】走査領域のシフトを説明するための説明図、

【図25】変形例の光路を示す光走査装置の側面図、

【図26】走査線の湾曲補正を説明するための説明図である。

【符号の説明】

40 1 光源(半導体レーザー)

2 整形レンズ

3 回転多面鏡

4 第1反射面

5 第2反射面

6 回転軸

7 第1伝達レンズ

8 第1伝達ミラー

9 第2伝達レンズ

10 第3伝達レンズ

50 11 第2伝達ミラー

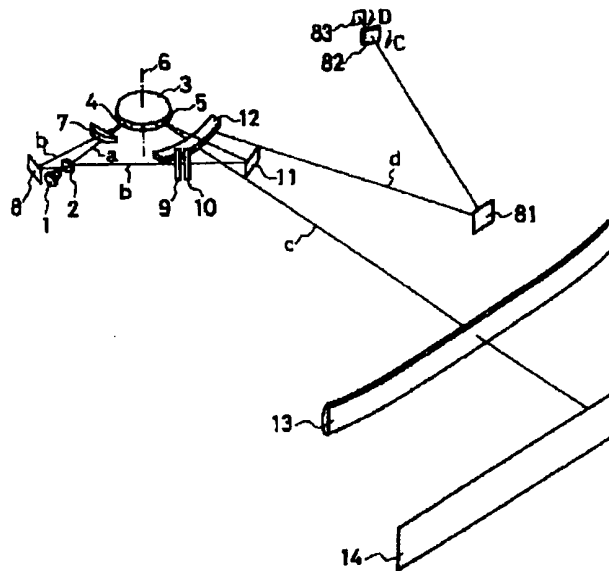
17

18

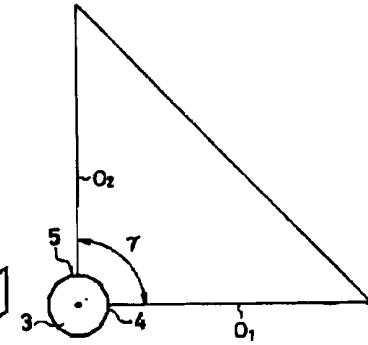
- 12 第1走査レンズ
13 第2走査レンズ
14 被走査面

- 81 水平同期ミラー
82 水平同期レンズ
83 水平同期センサー

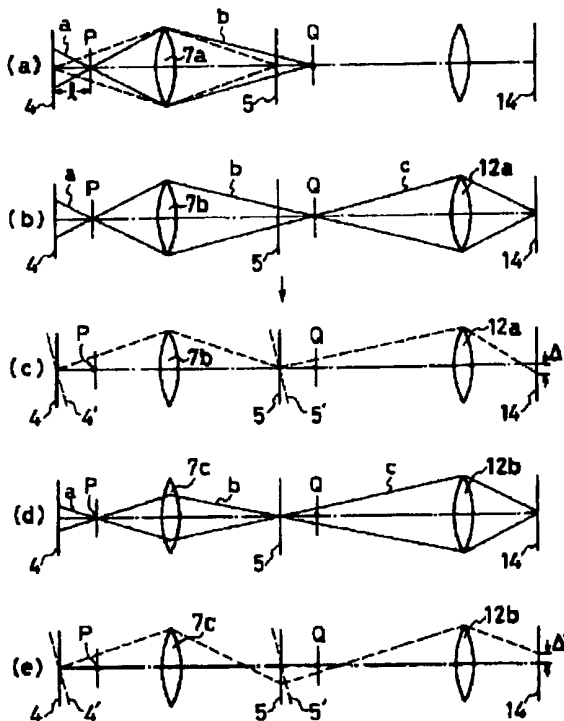
【図1】



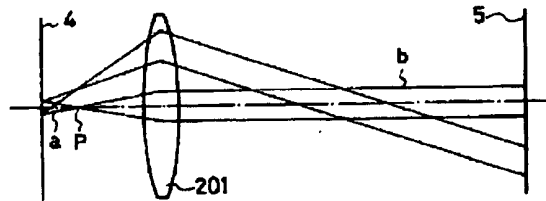
【図13】



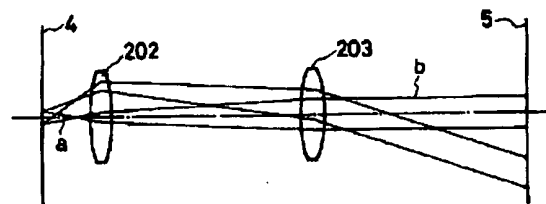
【図2】



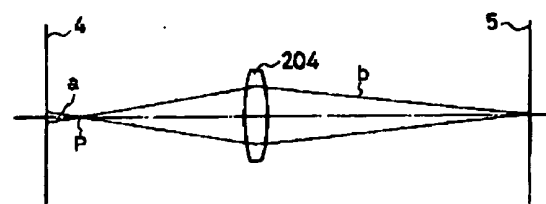
【図3】



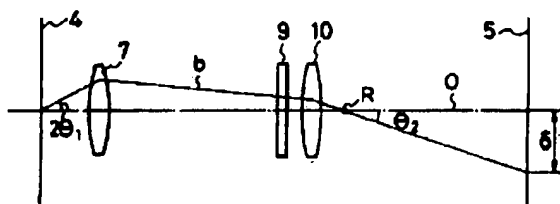
【図4】



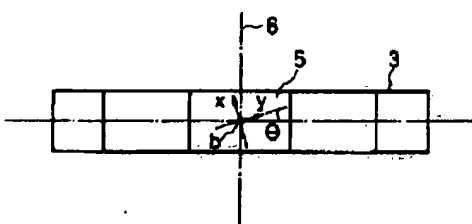
【図5】



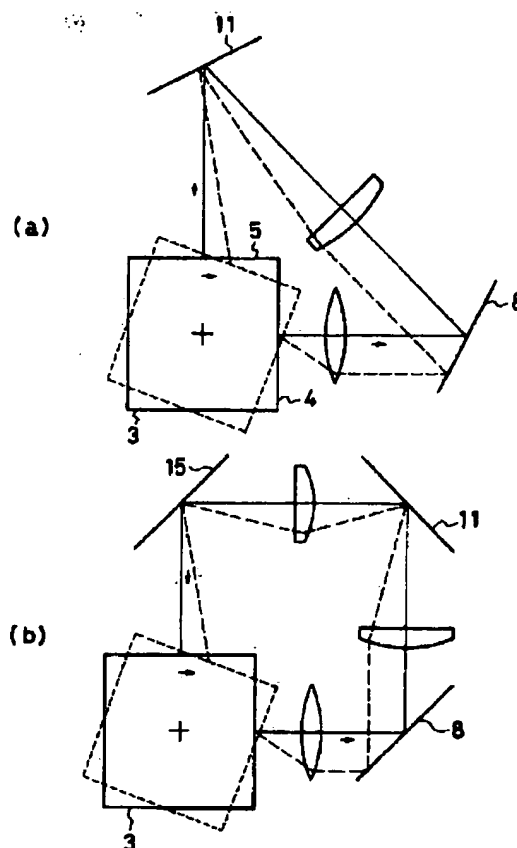
【図6】



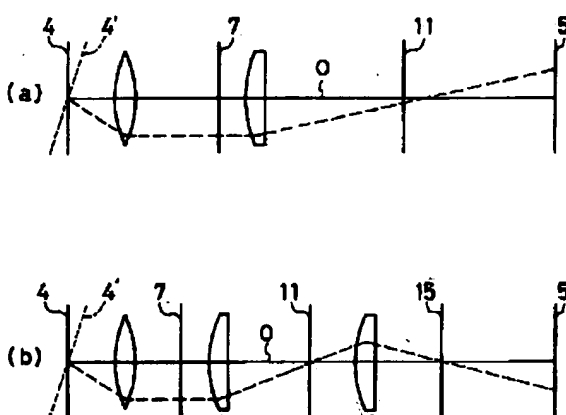
【図10】



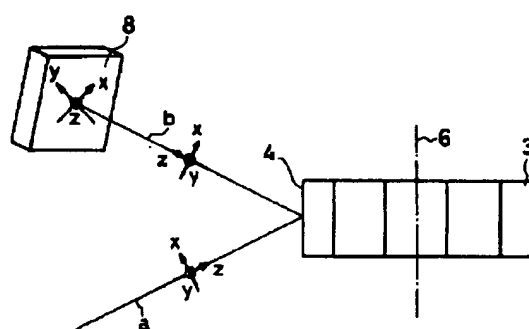
【図7】



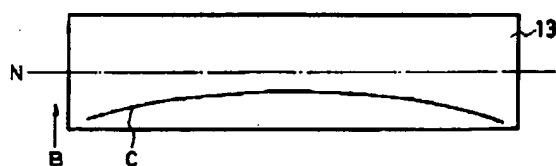
【図8】



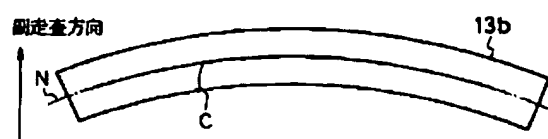
【図9】



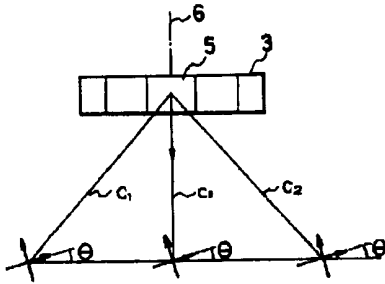
【図19】



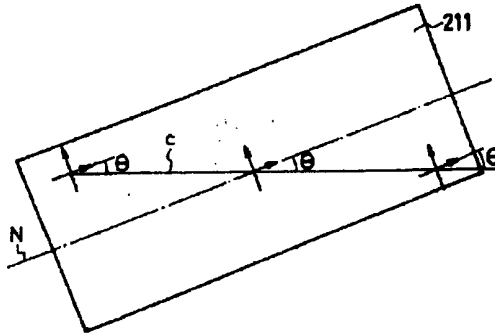
【図22】



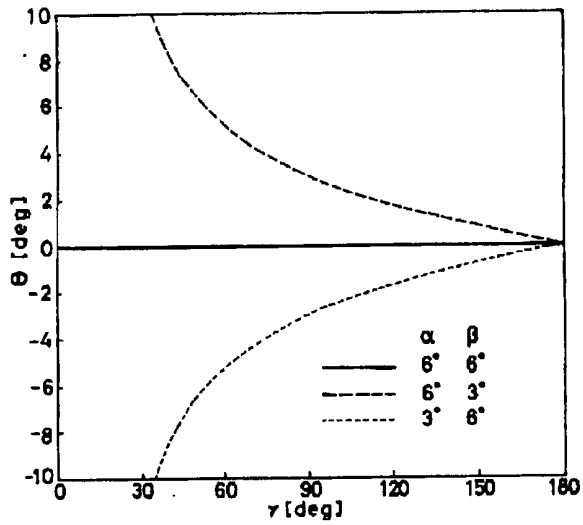
【図11】



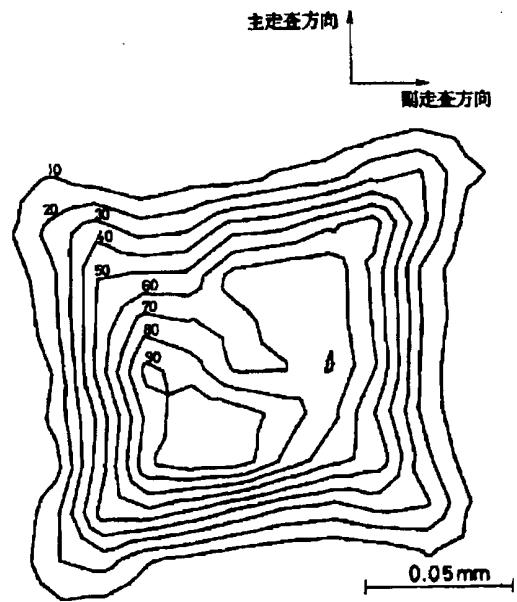
【図12】



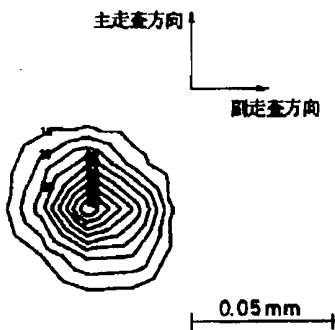
【図14】



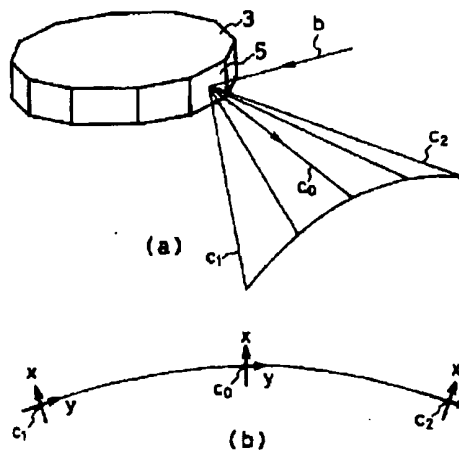
【図15】



【図16】



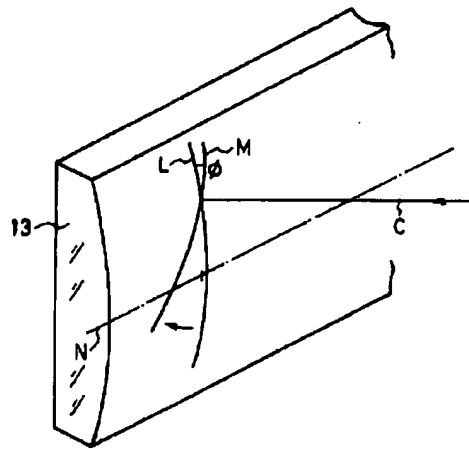
【図17】



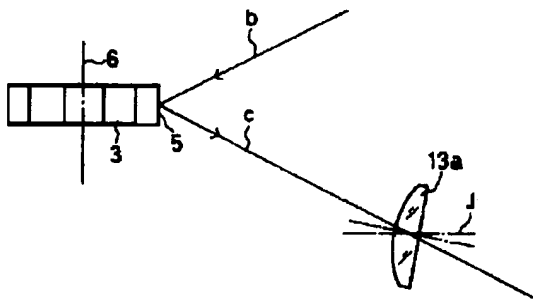
【図18】



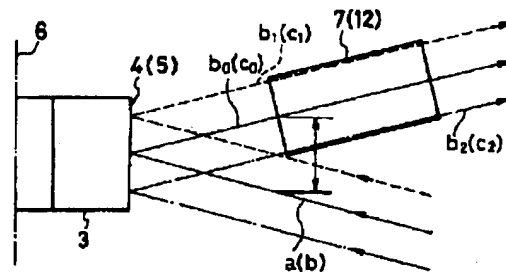
【図20】



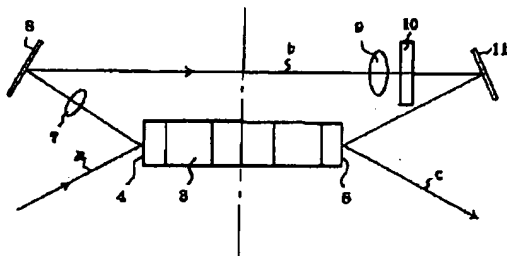
【図21】



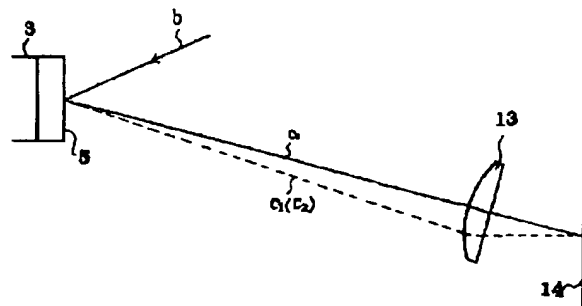
【図23】



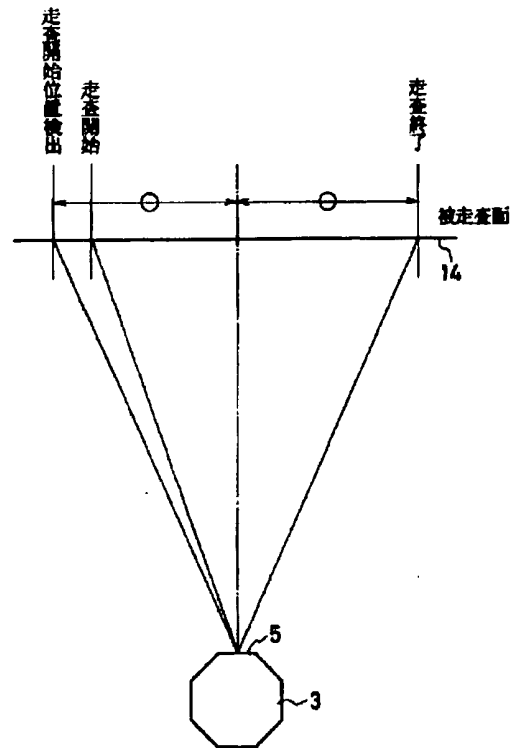
【図25】



【図26】



【図24】



フロントページの続き

(72)発明者 野村 雄二郎
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコ
ーエプソン株式会社内

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

This Page Blank (uspto)